

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT IM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. Juli 2003 (24.07.2003)

PCT

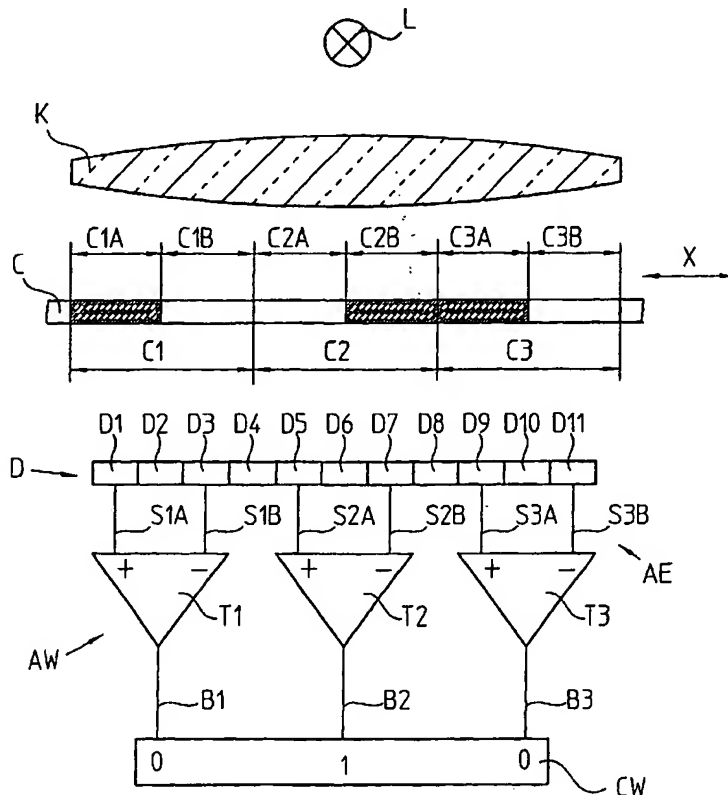
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/060431 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01D 5/347, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): JOHANNES HEIDENHAIN GMBH [DE/DE];
H03M 1/28, G01D 5/249 Postfach 12 60, 83292 Traunreut (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/13547 (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 30. November 2002 (30.11.2002) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STRASSER, Erich [DE/DE]; Sonnenleite 17, 83308 Trostberg (DE).
MITTMANN, Rudolf [DE/DE]; Witzmoninger Strasse 4a, 83342 Tacherting (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, DE, JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).
- (30) Angaben zur Priorität:
102 01 496.5 17. Januar 2002 (17.01.2002) DE
102 44 235.5 23. September 2002 (23.09.2002) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: POSITION MEASURING DEVICE

(54) Bezeichnung: POSITIONSMESSEINRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a position measuring device in which each code element (C1, C2, C3) of a sequential pseudo-random code (C) consists of two partial regions (A, B), which are successive in measuring direction X and have properties that are complementary to one another. The binary information (B1, B2, B3) of a code element (C1, C2, C3) is obtained by comparing the sampling signals (S) of both partial regions (A, B). This comparison makes it possible to verify if the position measuring device is operating in the correct operating mode.

(57) Zusammenfassung: Mit der Erfindung wird eine Positionsmesseinrichtung angegeben, bei der jedes Codeelement (C1, C2, C3) eines sequentiellen pseudozufälligen Codes (C) aus zwei in Messrichtung X aufeinanderfolgenden Teilbereichen (A, B) besteht, die zueinander komplementäre Eigenschaften aufweisen. Die binäre Information (B1, B2, B3) eines Codeelementes (C1, C2, C3) wird durch einen Vergleich der Abtastsignale (S) beider Teilbereiche (A, B)

WO 03/060431 A1

gewonnen. Durch diesen Vergleich ist auch die korrekte Betriebsweise der Positionsmesseinrichtung überprüfbar.



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Positionsmesseinrichtung

=====

Die Erfindung betrifft eine Positionsmesseinrichtung zur Bestimmung der absoluten Position gemäß dem Anspruch 1 sowie ein Verfahren zur absoluten Positionsmessung gemäß dem Anspruch 9.

- 5 Auf vielen Gebieten werden vermehrt absolute Positionsmesseinrichtungen eingesetzt, bei denen die absolute Positionsinformation aus einer Codespur mit in Messrichtung hintereinander angeordneten Codeelementen abgeleitet wird. Die Codeelemente sind dabei in pseudozufälliger Verteilung vorgesehen, so dass eine bestimmte Anzahl von aufeinanderfolgenden
- 10 Codeelementen jeweils ein Bitmuster bildet. Bei der Verschiebung der Abtasteinrichtung gegenüber der Codespur um ein einziges Codeelement wird bereits ein neues Bitmuster gebildet und über den gesamten absolut zu erfassenden Messbereich steht eine Folge von unterschiedlichen Bitmustern zur Verfügung.
- 15 Ein derartiger sequentieller Code wird als Kettencode oder als Pseudo-Random-Code bezeichnet.

In der Veröffentlichung "Absolute position measurement using optical detection of coded patterns", von J.T.M. Stevenson und J.R. Jordan in Journal of Physics E / Scientific Instruments 21 (1988), No. 12, Seiten 1140 bis 1145 ist angeführt, dass jedes Codeelement aus einer vorgegebenen
5 Abfolge zweier Teilbereiche mit zueinander komplementären optischen Eigenschaften besteht.

In der Veröffentlichung ist auf die GB 2 126 444 A hingewiesen. Dort wird nun zur Erzeugung der binären Information bei einer derartigen Manchester-
10 Codierung vorgeschlagen, die analogen Abtastsignale der Codebereiche mit einer vorgegebenen Triggerschwelle zu vergleichen und davon abhängig eine binäre Information 0 oder 1 zu generieren.

Dieser Vergleich mit einer fest vorgegebenen Triggerschwelle hat den
15 Nachteil, dass Schwankungen in den analogen Abtastsignalen zur fehlerhaften Generierung der binären Informationen führen können.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine absolute Positionmesseinrichtung mit hoher Zuverlässigkeit bzw. Betriebssicherheit
20 zu schaffen, mit der also eine möglichst fehlerfreie Erzeugung der absoluten Position möglich ist.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

25 Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bestimmung einer absoluten Position anzugeben, mit dem eine möglichst fehlerfreie Erzeugung der binären Information und somit der absoluten Position ermöglicht wird.

30 Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 9 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen näher erläutert, dabei zeigen:

- 5
- Figur 1 eine Positionsmesseinrichtung in schematischer Darstellung;
- Figur 2 das Prinzip einer Fehlerprüfung;
- Figur 3 die Signale zur Fehlerprüfung gemäß Figur 2;
- 10
- Figur 4 eine Positionsmesseinrichtung mit einer inkrementalen Spur zur Erzeugung von Steuersignalen;
- 15
- Figur 5a analoge Abtastsignale der inkrementalen Spur;
- Figur 5b Steuersignale aus den analogen Abtastsignalen gemäß Figur 5a;
- 20
- Figur 6a eine erste Abtastposition der Positionsmesseinrichtung;
- Figur 6b eine zweite Abtastposition der Positionsmesseinrichtung;
- 25
- Figur 6c eine dritte Abtastposition der Positionsmesseinrichtung und
- Figur 6d eine vierte Abtastposition der Positionsmesseinrichtung.

30

In Figur 1 ist eine erfindungsgemäß ausgestaltete Positionsmesseinrichtung schematisch dargestellt. Diese Positionsmesseinrichtung arbeitet nach dem optischen Abtastprinzip, bei dem ein Code C im Durchlichtverfahren

abgetastet wird. Zur Abtastung des Codes C dient eine Abtasteinrichtung AE, die in Messrichtung X relativ zum Code C bewegbar angeordnet ist.

Der Code C besteht aus einer in Messrichtung X hintereinander angeordneten Folge von gleich langen Codeelementen C1, C2, C3. Jedes Codeelement C1, C2, C3 besteht wiederum aus zwei gleich langen in Messrichtung X nebeneinander unmittelbar aufeinanderfolgend angeordneten Teilbereichen A und B, die zueinander komplementär ausgebildet sind. Komplementär bedeutet dabei, dass sie inverse Eigenschaften besitzen, also beim optischen Abtastprinzip transparent und nicht transparent bzw. bei Auflicht-Abtastung reflektierend bzw. nicht reflektierend sind.

Der sequentielle Code C wird von der Abtasteinrichtung AE abgetastet, die eine Lichtquelle L enthält, deren Licht über eine Kollimatorlinse K mehrere aufeinanderfolgende Codeelemente C1, C2, C3 beleuchtet. Das Licht wird von dem Code C positionsabhängig moduliert, so dass hinter dem Code C eine positionsabhängige Lichtverteilung entsteht, die von einer Detektoreinheit D der Abtasteinrichtung AE erfasst wird.

Die Detektoreinheit D ist ein Zeilensensor mit einer in Messrichtung X angeordneten Folge von Detektorelementen D1 bis D11. Jedem Teilbereich A, B der Codeelemente C1, C2, C3 ist in jeder Relativlage zumindest ein Detektorelement D1 bis D11 eindeutig zugeordnet, so dass in jeder Relativlage der Detektoreinheit D gegenüber dem Code C ein Abtastsignal S1A bis S3B aus jedem Teilbereich A, B gewonnen wird. Diese Abtastsignale S1A bis S3B werden einer Auswerteinrichtung AW zugeführt, welche die beiden Abtastsignale S1A, S1B; S2A, S2B; S3A, S3B der beiden Teilbereiche C1A, C1B; C2A, C2B; C2A, C2B; C3A, C3B eines Codeelementes C1, C2, C3 jeweils miteinander vergleicht und durch diesen Vergleich für jedes Codeelement C1, C2, C3 einen digitalen Wert bzw. ein Bit B1, B2, B3 erzeugt. Eine Folge mehrerer digitaler Werte B1, B2, B3 ergibt ein Codewort CW welches die absolute Position definiert. Bei einer Verschiebung der Detektoreinheit D gegenüber dem Code C um die Breite

bzw. Länge eines Codeelementes C1, C2, C3 wird ein neues Codewort CW erzeugt und über den absolut zu vermessenden Messbereich wird eine Vielzahl von unterschiedlichen Codewörtern CW gebildet.

5 Figur 1 zeigt eine Momentanstellung des Codes C relativ zur
Abtasteinrichtung AE. Die Detektorelemente D1 bis D11 sind
aufeinanderfolgend in einem Abstand mit der halben Breite eines
Teilbereiches C1A bis C3B des Codes C angeordnet. Dadurch ist
sichergestellt, dass in jeder Position zumindest ein Detektorelement D1 bis
10 D11 einem Teilbereich C1A bis C3B eindeutig zugeordnet ist und nicht einen
Übergang zwischen zwei Teilbereichen C1A bis C3B abtastet. In der
dargestellten Position wird der Teilbereich C1A vom Detektorelement D1
und der Teilbereich C1B vom Detektorelement D3 abgetastet. Die
Detektorelemente D1, D3 erfassen die Lichtverteilung und erzeugen in
15 Abhängigkeit der Lichtintensität ein analoges Abtastsignal S1A, S1B
proportional zur Lichtintensität. Da die beiden Teilbereiche C1A und C1B
komplementär zueinander ausgebildet sind, ist auch die Intensität der
Abtastsignale S1A und S1B invers zueinander, die Signalpegel sind also
weit voneinander beabstandet.

20 Dieser Signalabstand wird nun zur Erzeugung der binären Information B1
ausgenutzt, indem geprüft wird, welches der beiden Abtastsignale S1A, S1B
des Codeelementes C1 größer ist. Diese Prüfung kann durch
Quotientenbildung oder durch Differenzbildung erfolgen. Am Beispiel wird
25 die Differenzbildung eingesetzt, wozu gemäß Figur 1 als
Vergleichseinrichtung ein Triggerbaustein T1 dient. Der Triggerbaustein T1
erzeugt $B1=0$, wenn $S1A$ kleiner $S1B$ und $B1=1$, wenn $S1A$ größer $S1B$ ist.
In gleicher Weise werden binäre Informationen B2 und B3 durch Abtastung
der Codeelemente C2, C3 und Vergleich der analogen Abtastsignale S2A,
30 S2B; S3A, S3B der Teilbereiche C2A, C2B; C3A, C3B jeweils eines
Codeelementes C2, C3 durch Triggerbausteine T2, T3 gewonnen.

Einer ersten Abfolge der komplementär zueinander ausgebildeten
Teilbereich A, B wird also ein erster digitaler Wert und einer zweiten Abfolge

der komplementär zueinander ausgebildeten Teilbereiche A, B wird ein zweiter digitaler Wert zugeordnet. Im Beispiel wird der Abfolge opak → transparent der Wert 0 und der Abfolge transparent → opak der Wert 1 zugeordnet.

5

Da die beiden Teilbereiche A und B jedes Codeelementes C1, C2, C3 zueinander komplementär sind, ist der Störabstand der Abtastsignale S sehr groß. Eine Veränderung der Lichtintensität der Lichtquelle L beeinflusst die Abtastsignale S beider Teilbereiche A und B gleichermaßen.

10

Aufgrund der komplementären Ausgestaltung jeweils zweier Teilbereiche A, B eines Codeelementes C1, C2, C3 müssen bei korrekter Betriebsweise der Positionsmesseinrichtung durch Abtastung dieser Teilbereich A, B jeweils analoge Abtastsignale S erzeugt werden, deren Differenz einen vorgegebenen Wert übersteigt. Durch Beobachtung dieses Differenzwertes ist eine gute Fehlerprüfung möglich. Die Grundlage dieser Fehlerprüfung ist, dass davon ausgegangen werden kann, dass bei Unterschreiten des Differenzwertes um einen vorgegebenen Betrag die binäre Information B1, B2, B3 unsicher ist und daher zu dieser binären Information B1, B2, B3 ein Fehlersignal F1 erzeugt wird.

20

Das Prinzip der Erzeugung des Fehlersignals F1 ist in Figur 2 dargestellt. Die analogen Abtastsignale S1A und S1B des Codeelementes C1 werden einer Fehlerprüfeinrichtung P zugeführt. Die Fehlerprüfeinrichtung P vergleicht S1A und S1B durch Differenzbildung ($S1A - S1B$) und prüft, ob der Differenzbetrag einen vorgegebenen Vergleichswert V übersteigt oder nicht übersteigt. Wenn der Differenzbetrag ($S1A - S1B$) den vorgegebenen Vergleichswert V nicht übersteigt, wird ein Fehlersignal F1 ausgegeben. In Figur 3 sind diese Signalverhältnisse dargestellt.

25

30

Die Anordnung der beiden Teilbereiche A und B jedes Codeelementes C1, C2, C3 aufeinanderfolgend direkt nebeneinander in Messrichtung X hat den Vorteil, dass die Detektorelemente D1 bis D11 in einem geringen Abstand in Messrichtung X nebeneinander angeordnet werden können und somit die

Positionsmesseinrichtung gegen Verdrehung der Detektoreinheit D gegenüber dem Code C, also gegen Moiré-Schwankungen unempfindlich ist. Weiterhin ist die Störempfindlichkeit gegen Verschmutzungen gering, da davon ausgegangen werden kann, dass beide Teilbereiche A und B eines

5 Codeelementes C1, C2, C3 gleichermaßen beeinflusst werden.

Am Beispiel der Detektorelemente D1 und D2 ist in Figur 1 leicht erkennbar, dass bei einer Verschiebung des Codes C um die Länge eines Teilbereiches A, B nach links das Detektorelement D1 den Teilbereich C1B und das

10 Detektorelement D3 den Teilbereich C2A abtastet, also Teilbereiche zweier Codeelemente C1, C2. Der Triggerbaustein T1 kann somit keine einem Codeelement C1, C2, C3 zugeordnete binäre Information B1, B2, B3 liefern. Nachfolgend werden nun Maßnahmen erläutert, mit denen sichergestellt wird, dass zur Codeworterzeugung die korrekten Detektorelemente D1 bis

15 D11 verwendet werden, also die Detektorelemente D1 bis D11, die jeweils die Teilbereiche eines einzigen Codeelementes C1, C2, C3 abtasten.

Anhand der Figuren 4 bis 6 wird eine bevorzugte Maßnahme hierfür beschrieben. Parallel neben dem Code C ist gemäß Figur 4 eine

20 Inkrementalspur R mit einer periodischen Teilung der Periodenlänge entsprechend der Länge eines Codeelementes C1, C2, C3 angeordnet. Die Inkrementalspur R wird in bekannter Weise von zumindest zwei um $\frac{1}{4}$ Teilungsperiode in Messrichtung X gegeneinander versetzten Detektorelementen DR1, DR2 zur Erzeugung zweier um 90° gegeneinander

25 phasenverschobener analoger Abtastsignale SR1, SR2 abgetastet. Diese analogen Abtastsignale SR1, SR2 werden in bekannter Weise interpoliert und der interpolierte Positionswert wird mit dem Codewort CW kombiniert, wodurch die grobe absolute Positionsmessung durch die hochauflösende Inkrementalmessung verfeinert wird.

30

Durch die Inkrementalmessung wird die Länge jedes Codeelementes C1, C2, C3 interpoliert. Durch den Interpolationswert ist nun auf einfache Weise eine Unterscheidung des rechten und linken Teilbereiches eines Codeelementes C1, C2, C3 möglich. Zur Unterscheidung der Teilbereiche A

und B reicht eine 4-fach Interpolation, also eine einfache Triggerung der analogen Abtastsignale SR1, SR2 aus. Die dadurch gewonnene Bitkombination aus den Digitalsignalen E1, E2 definiert die Reihenfolge der Teilbereiche A, B eindeutig und sie dient als Steuersignal zur Festlegung der
5 Detektorelemente D1 bis D11, aus denen ein korrektes Codewort CW erzeugbar ist. Die Digitalsignale E1, E2 definieren also, welche Abtastsignale S miteinander verglichen werden und aus welchen Abtastsignalen S digitale Werte B1, B2, B3 für das Codewort CW gewonnen werden können.

10

Zur weiteren Erläuterung dieses Verfahrens sind in den Figuren 6a bis 6d vier verschiedene Positionen P1, P2, P3, P4 des Codes C gegenüber der Detektoreinheit D dargestellt. Die Detektorelemente D1 bis D11 sind in Messrichtung X in Abständen entsprechend der halben Länge eines
15 Teilbereiches A, B angeordnet und jeweils zwei Detektorelemente D1 bis D11, die in einem gegenseitigen Abstand entsprechend der Länge eines Teilbereiches A, B angeordnet sind, sind in Differenz geschaltet.

In Figur 6a ist die Position P1 dargestellt, bei der aus der Inkrementalspur R
20 die Information $E1=0$ und $E2=0$ gewonnen wird. Das Bit B1 des Codeelementes C1 wird durch Differenzbildung der Detektorelemente D4 und D6, also $(D4-D6)$ gebildet. Bei der Position P2 gemäß Figur 6b ist $E1=0$ und $E2=1$, so dass durch eine Steuereinheit M die Detektorelemente D3 und D5 ausgewählt werden. Bei der Position P3 gemäß Figur 6c ist $E1=1$ und
25 $E2=1$, so dass von der Steuereinheit M die Detektorelemente D2 und D4 zur Differenzbildung ausgewählt werden. Bei der Position P4 gemäß Figur 6d ist $E1=1$ und $E2=0$, so dass die Detektorelemente D1 und D3 ausgewählt werden.

30 In gleicher Weise werden die korrekten Detektorelemente zur Bildung der weiteren Bits des Codewortes CW ermittelt. Wenn beispielsweise zur Bildung des Bits B1 die Detektorelemente D1 und D3 ausgewählt worden sind, dienen zur Bildung des Bits B2 die Detektorelemente D5 und D7 sowie zur Bildung des Bits B3 die Detektorelemente D9 und D11, wie in Figur 1

dargestellt ist. Wobei in Figur 1 nur die in dieser Momentanstellung verwendeten Triggerbausteine T1, T2, T3 dargestellt sind.

Eine weitere Möglichkeit zur Ermittlung der korrekten Detektorelemente D1
5 bis D11 bzw. der korrekten analogen Abtastsignale S besteht darin, dass
alle Detektorelemente D1 bis D11, die im Abstand der Länge eines
Teilbereiches A, B voneinander beabstandet sind miteinander verglichen
werden. Im Abstand eines Codeelementes C1, C2, C3 gibt es nun
Detektorpaare D1, D3 und D5, D7 - am Beispiel der in Figur 6d dargestellten
10 Momentanposition P4- die in gewünschter Weise jeweils die Differenz der
Teilbereiche A, B eines Codeelementes C1, C2 abtasten. Die weiteren
Detektorpaare D3, D5 tasten aufeinanderfolgende Teilbereiche B, A zweier
aufeinanderfolgender Codeelemente C1, C2 ab und erzeugen somit mit der
anhand Figur 2 erläuterten Fehlerprüfeinrichtung P ein Fehlersignal F1. Um
15 nun die korrekten Detektorelemente D1 bis D11 zu ermitteln, wird die
Detektorgruppe D1, D3; D5, D7 gesucht, bei der am wenigsten
Fehlersignale F auftreten. Im Detail ist bzw. sind zur Durchführung dieser
zweiten möglichen Maßnahme folgende Anordnung bzw. folgende
Verfahrensschritte erforderlich:

- 20 - Detektorelemente D1 bis D11 sind in Messrichtung X in Abständen
entsprechend der halben Länge eines Teilbereiches A, B
angeordnet;
- die Detektorelemente D1 bis D11 bilden eine erste Gruppe (in den
Figuren 6a bis 6d geradzahlig nummerierte Detektorelemente D2,
25 D4, D6, D8, D10) mit einem gegenseitigen Abstand entsprechend
der Länge eines Teilbereiches A, B;
- die Detektorelemente D1 bis D11 bilden eine zweite Gruppe (in den
Figuren 6a bis 6d ungeradzahlig nummerierte Detektorelemente D1,
D3, D5, D7, D9) mit einem gegenseitigen Abstand entsprechend der
30 Länge eines Teilbereiches A, B;
- die Detektorelemente D2, D4, D6, D8, D10 der ersten Gruppe sind
gegenüber den Detektorelementen D1, D3, D5, D7, D9 der zweiten
Gruppe um die halbe Länge eines Teilbereiches A, B versetzt
angeordnet;

- unmittelbar aufeinanderfolgende Detektorelemente einer Gruppe sind jeweils in Differenz geschaltet;
- von den beiden Gruppen werden nun die Vergleichsergebnisse der Detektorelementenpaare in einem Raster entsprechend der Länge eines Codeelementes C1, C2, C3 zur Bildung des Codewortes CW verwendet, dessen Folge am wenigsten Fehler F erzeugt, gemäß Figur 6d also die Folge (D1-D3)=B1, (D5-D7)=B2 usw.

Die beiden Teilbereiche A, B eines jeden Codeelementes C1, C2, C3 können optisch abtastbar ausgebildet sein, wobei dann ein Teilbereich A für das Abtastlicht transparent oder reflektierend und der anderen Teilbereich B opak oder nicht reflektierend ausgebildet ist. Die Erfindung ist aber nicht auf das optische Abtastprinzip beschränkt.

Die absolute Positionsmesseinrichtung kann zur Messung von linearen oder rotatorischen Bewegungen eingesetzt werden, wobei der Code C an einem der beweglichen Objekte und die Abtasteinrichtung AE am anderen der zu messenden Objekte angebracht ist. Der Code C kann dabei direkt an dem zu messenden Objekt angebracht sein oder auf einem Maßstab, der dann wiederum mit dem zu messenden Objekt gekoppelt ist.

Die zu messenden Objekte können dabei der Tisch und der Schlitten einer Werkzeugmaschine, einer Koordinatenmessmaschine oder der Rotor und der Stator eines Elektromotors sein.

Patentansprüche

=====

1. Positionsmesseinrichtung mit
 - einem Code (C), bestehend aus einer Folge von in Messrichtung X hintereinander angeordneten Codeelementen (C1, C2, C3), wobei jedes Codeelement (C1, C2, C3) jeweils aus zwei Teilbereichen (A, B) besteht, die zueinander komplementär sind und in Messrichtung X aufeinanderfolgend angeordnet sind;
 - einer Abtasteinrichtung (AE) mit mehreren Detektorelementen (D1 bis D11) zur Abtastung mehrerer Codeelemente (C1, C2, C3) und zur Bildung zumindest eines Abtastsignals (S) innerhalb eines jeden Teilbereichs (A, B) der abgetasteten Codeelemente (C1, C2, C3);
 - einer Auswerteeinheit (AW) mit einer Vergleichseinrichtung (T1, T2, T3), die jeweils die Abtastsignale (S) der Teilbereiche (A, B) eines Codeelementes (C1, C2, C3) miteinander vergleicht und in Abhängigkeit des Vergleichsergebnisses eine binäre Information (B1, B2, B3) für das Codeelement (C1, C2, C3) bildet.
2. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 1, wobei die Vergleichseinrichtung (T1, T2, T3) eine Einrichtung zur Bildung der Differenz der analogen Abtastsignale (S) beider Teilbereiche (A, B) eines Codeelementes (C1, C2, C3) ist.
3. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Abtastsignale (S) aus aufeinanderfolgenden Teilbereichen (A, B) jeweils einer Vergleichseinrichtung (T1, T2, T3) zugeführt sind und die Auswerteeinheit (AW) eine Steuereinheit (M) aufweist, die dazu

ausgelegt ist, sicherzustellen, dass die binären Informationen (B1, B2, B3) jeweils aus den beiden Teilbereichen (A, B) eines Codeelementes (C1, C2, C3) gebildet werden.

- 5 4. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 3, wobei parallel zum Code (C) zumindest eine Spur (R) angeordnet ist, dessen Information (E1, E2) der Steuereinheit (M) zugeführt ist und wobei aufgrund dieser Information (E1, E2) die Abtastsignale (S) aufeinanderfolgender Teilbereiche (A, B) eines Codeelementes (C1, C2, C3) zur Bildung der
10 binären Informationen (B1, B2, B3) ausgewählt werden.
5. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 4, wobei die Informationsspur (R) eine periodische inkrementale Teilung ist.
- 15 6. Positionsmesseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Auswerteeinheit (AW) eine Fehlerprüfeinrichtung (P) aufweist, die dazu ausgelegt ist, die Differenz der Abtastsignale (S) der Teilbereiche (A, B) eines Codeelementes (C1, C2, C3) mit einer Solldifferenz zu vergleichen und bei Unterschreiten der Solldifferenz ein
20 Fehlersignal (F1) abzugeben.
7. Positionsmesseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die beiden Teilbereiche (A, B) eines Codeelementes (C1, C2, C3) zueinander komplementäre optische Eigenschaften besitzen.
25
8. Positionsmesseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Detektorelemente (D1 bis D11) in Messrichtung X in Abständen entsprechend der halben Länge eines Teilbereiches (A, B) angeordnet sind und jeweils zwei Detektorelemente (D1 bis D11), die in
30 einem gegenseitigen Abstand entsprechend der Länge eines Teilbereiches (A, B) angeordnet sind in Differenz geschaltet sind.
9. Verfahren zur absoluten Positionsmessung mit folgenden Verfahrensschritten

- Abtasten eines Codes (C), bestehend aus einer Folge von in Messrichtung X hintereinander angeordneten Codeelementen (C1, C2, C3), wobei die Codeelemente (C1, C2, C3) jeweils aus zwei Teilbereichen (A, B) bestehen, die zueinander komplementär sind und in Messrichtung X aufeinanderfolgend angeordnet sind;
 - Erzeugen zumindest eines Abtastsignals (S) innerhalb eines jeden Teilbereichs (A, B) der abgetasteten Codeelemente (C1, C2, C3);
 - Vergleichen der Abtastsignale (S) der Teilbereiche (A, B) eines Codeelementes (C1, C2, C3) miteinander und
 - Bilden einer binären Information (B1, B2, B3) aus dem Vergleich.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Vergleich eine Differenzbildung der analogen Abtastsignale (S) der Teilbereiche (A, B) ist.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, mit dem Verfahrensschritt
- Vergleich der Abtastsignale (S) jeweils unmittelbar aufeinanderfolgender Teilbereiche (A, B) und Auswahl der Abtastsignale (S), welche jeweils durch Abtastung der Teilbereiche (A, B) eines Codewortes (C1, C2, C3) gebildet sind.
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Auswahl durch ein Steuersignal (E1, E2) erfolgt, das durch Abtastung zumindest einer Informationsspur (R) gewonnen ist.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 12, wobei die Differenz der Abtastsignale (S) der Teilbereiche (A, B) eines Codeelementes (C1, C2, C3) gebildet wird, die Differenz mit einer Solldifferenz verglichen wird und bei Unterschreiten der Solldifferenz ein Fehlersignal (F1) gebildet wird.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 11, wobei die Detektorelemente (D1 bis D11) in Messrichtung X in Abständen entsprechend der halben Länge eines Teilbereiches (A, B) angeordnet

sind und jeweils aus zwei Detektorelementen (D1 bis D11), die in einem gegenseitigen Abstand entsprechend der Länge eines Teilbereiches (A, B) angeordnet sind die Differenz gebildet wird.

- 5 15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die Differenz jeweils mit einer Solldifferenz verglichen wird und bei Unterschreiten der Solldifferenz ein Fehlersignal (F1) gebildet wird und die durch die Differenzbildung gewonnene binäre Information (B1, B2, B3) der
- 10 Detektorelementenpaare in einem Raster entsprechend der Länge eines Codeelementes (C1, C2, C3) zur Bildung des Codewortes CW ausgewählt werden, dessen Folge am wenigsten Fehler (F) erzeugt.

FIG. 1

1/5

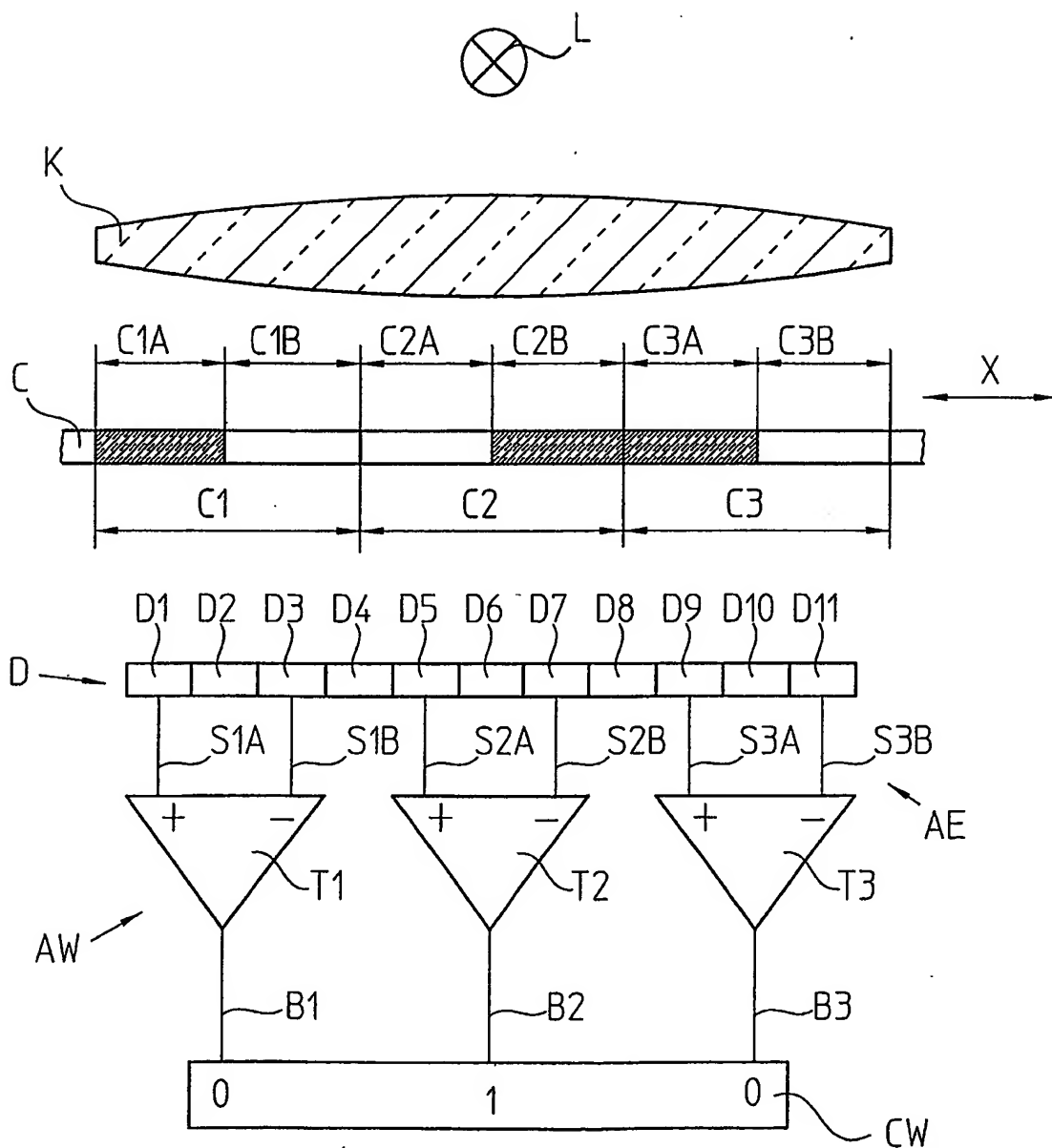


FIG. 2

2/5

10/500787

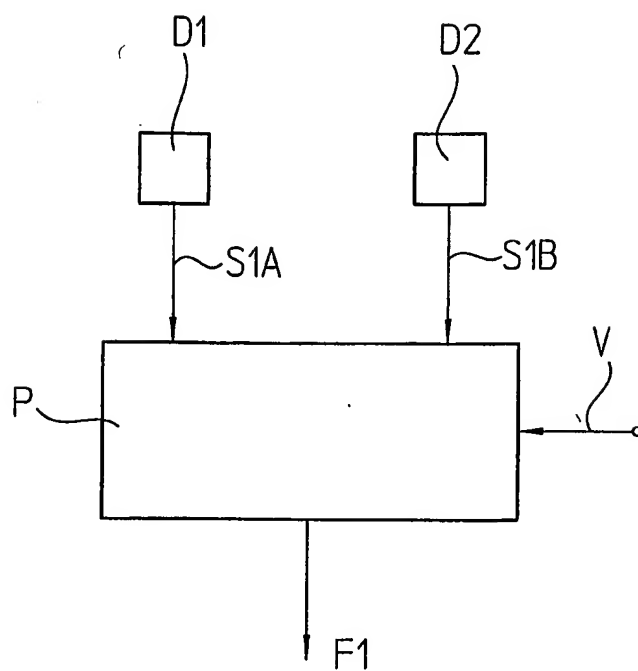


FIG. 3

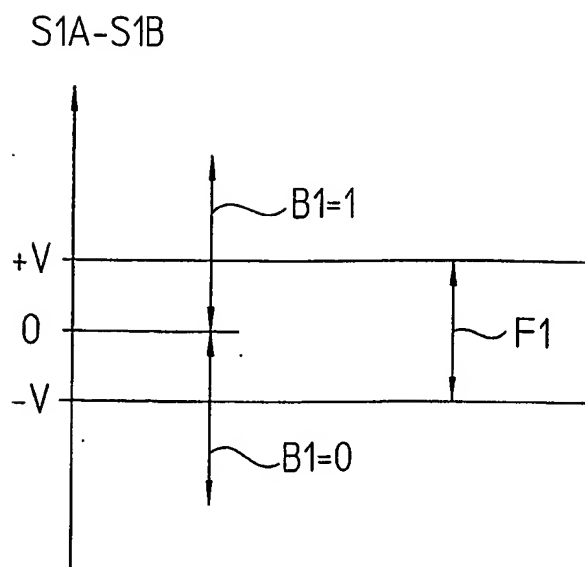


FIG. 4

3/5

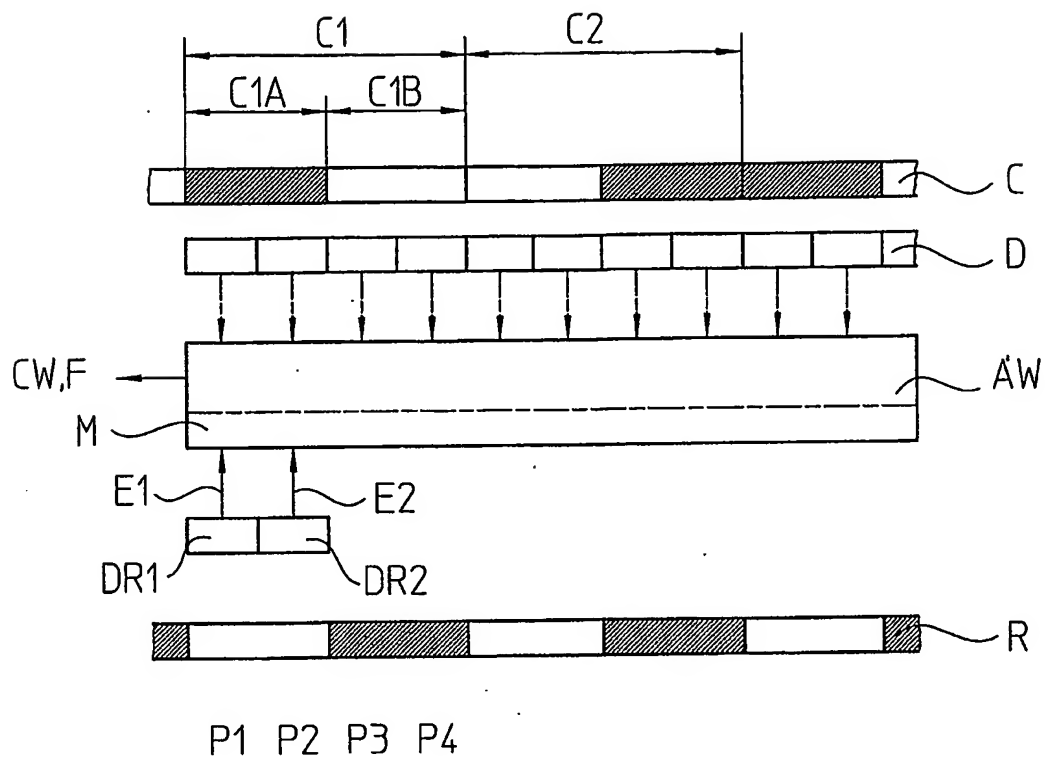


FIG. 5a

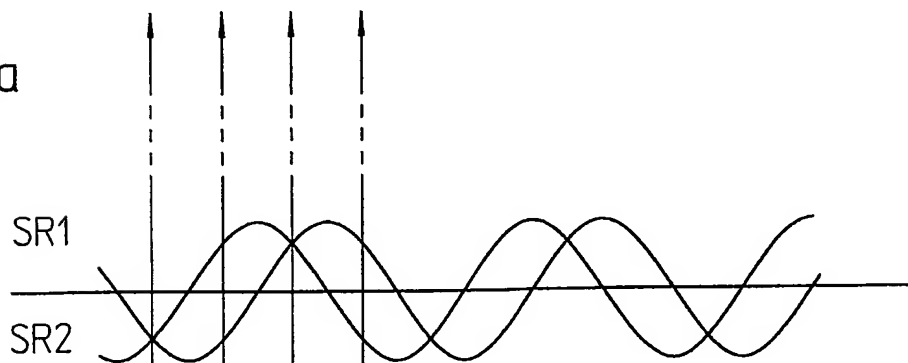


FIG. 5b

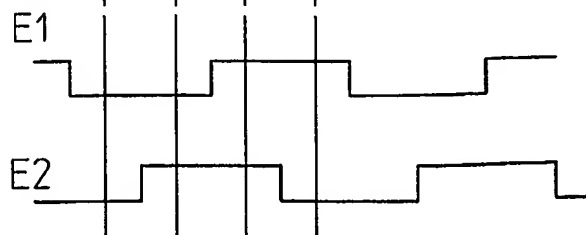


FIG. 6a

4/5

10/500787

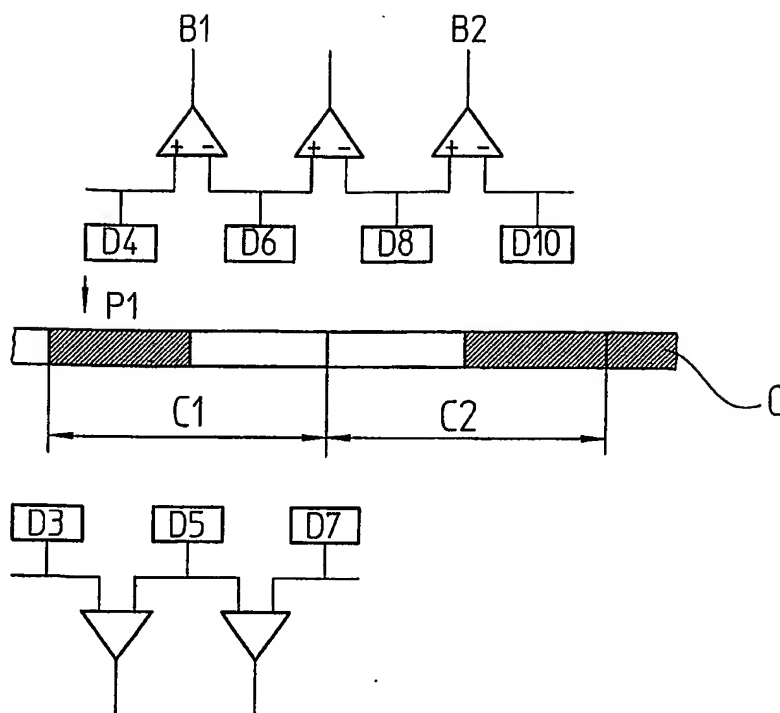


FIG. 6b

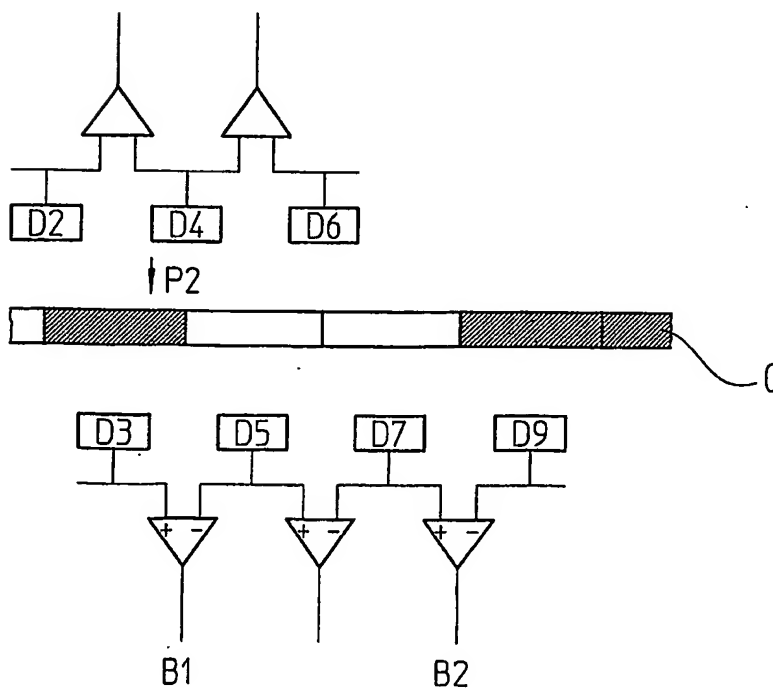


FIG. 6c

5/5

10/500787

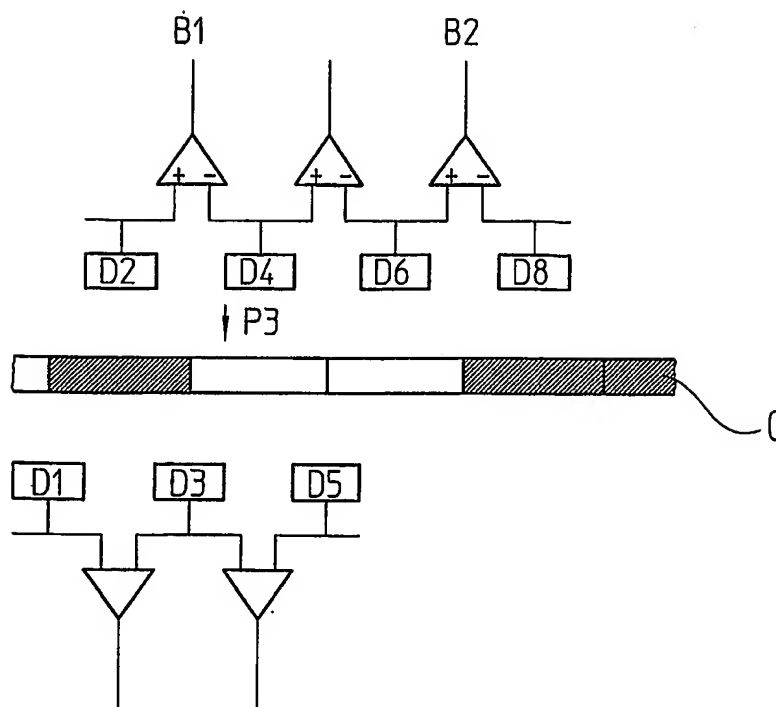
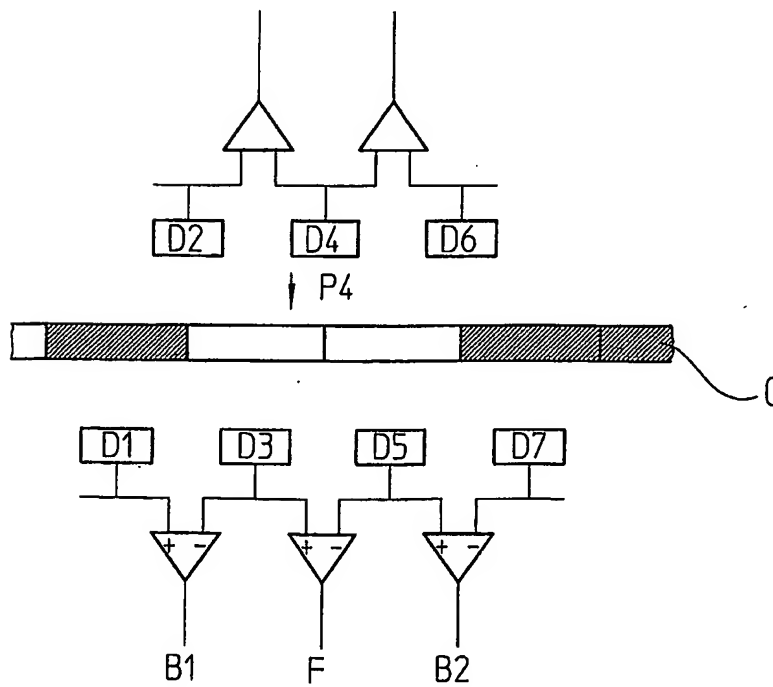


FIG. 6d



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 02/13547

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01D5/347 H03M1/28 G01D5/249

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01D H03M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 02 01160 A (BISHOP INNOVATION LTD ;BOYTON DESMOND BRUCE (AU)) 3 January 2002 (2002-01-03) page 6, line 17 - line 28; figures 1,5 -----	1,9

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 March 2003

Date of mailing of the international search report

13/03/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lut, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/13547

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0201160	A	03-01-2002	WO 0201160 A1	03-01-2002
			AU 6571001 A	08-01-2002

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Patentamt

PCT/EP 02/13547

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01D5/347 H03M1/28 G01D5/249

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01D H03M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 02 01160 A (BISHOP INNOVATION LTD ;BOYTON DESMOND BRUCE (AU)) 3. Januar 2002 (2002-01-03) Seite 6, Zeile 17 - Zeile 28; Abbildungen 1,5	1,9

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. März 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

13/03/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lut, K

INTERNATIONALER RECHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Zeichen

PCT/EP 02/13547

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 0201160	A	03-01-2002	WO	0201160 A1	03-01-2002
			AU	6571001 A	08-01-2002